

CONSTRUYENDO UN MARCO EN EL DESARROLLO Y CREACIÓN DE CIRCUITOS FUNCIONALES EN EL DEPORTE DE ALTO RENDIMIENTO UNA VISIÓN DESDE LA FISIOTERAPIA: UN ESTUDIO DE REFLEXIÓN

CONSTRUCTING A FRAMEWORK IN THE DEVELOPMENT AND CREATION OF FUNCTIONAL CIRCUITS IN HIGH PERFORMANCE SPORT: A VIEW FROM PHYSIOTHERAPY: A REFLECTION STUDY

Recibido el 23 de Julio de 2020 / Aceptado el 21 de noviembre de 2020 / DOI: 10.24310/riccafd.2020.v9i3.9996
Correspondencia: José Iván Alfonso Mantilla. Josealfonso25@hotmail.com

Alfonso Mantilla, José Iván^{1A-E}

¹Alfonso Mantilla, José Iván. Fisioterapeuta Universidad del Rosario, Colombia, josealfonso25@hotmail.com.

Responsabilidades

^ADiseño de la investigación. ^BRecolector de datos. ^CRedactor del trabajo. ^DTratamiento estadístico. ^EIdea original y coordinador de toda la investigación

RESUMEN

Introducción En el deporte de alto rendimiento, las habilidades físicas juegan un papel fundamental en el desarrollo de atletas de nivel élite, dichas habilidades pueden ser adaptadas a ciclos de carga específicos con el fin de desarrollar periodos de adaptación y optimización de estas cualidades. En la actualidad, los conceptos de movimiento, evaluación funcional, rehabilitación funcional y entrenamiento funcional han sido los más utilizados en el área deportiva, se realizan adaptaciones específicas de enfoques integrales del movimiento corporal humano basado en factores neuromusculares, sinergias musculares, aprendizaje motor, control motor, fuerza, potencia, velocidad mediada por metodologías de entrenamiento específico. **Metodología** se realizó un estudio de reflexión basado en una revisión de literatura que tenía como fin describir un marco en el desarrollo y creación de circuitos funcionales de movimiento por habilidad física, se realizó la revisión de evidencia científica en bases de datos como Pubmed, EBSCO, Medline, Scopus, Google académico y con términos DeCS: High Performance Sport, Functional Training, Physical Therapy, Physical abilities, Movement screening, Circuit Training, strength, Change of direction, Sprint, neuromuscular training **Resultados** con la evidencia consultada, se



realizó una reflexión y un modelo de intervención basado en habilidades como calidad de movimiento, fuerza, potencia, velocidad, cambio de dirección, control neuromuscular, propiocepción y core implementados mediante metodologías funcionales de entrenamiento. **Conclusión** Se presenta una reflexión sobre metodologías de trabajo funcional en deportistas basados en habilidades específicas del rendimiento deportivo que se incorporan en un modelo de rendimiento basado en evidencia científica específica que pueden ser aplicados mediante circuitos funcionales de movimiento.

■ PALABRAS CLAVE

deporte de alto rendimiento, entrenamiento funcional, fisioterapia, habilidades físicas, detección de movimiento, entrenamiento de circuito, fuerza, cambio de dirección, sprint, entrenamiento neuromuscular.

■ ABSTRACT

Introduction In high performance sport, physical skills play a fundamental role in the development of elite level athletes, these skills can be adapted to specific load cycles in order to develop adaptation periods and optimization of these qualities. Currently, the concepts of movement, functional evaluation, functional rehabilitation and functional training have been the most used in the sports area, specific adaptations are made of comprehensive approaches to human body movement based on neuromuscular factors, muscle synergies, motor learning, motor control, strength, power, speed mediated by specific training methodologies. **Methodology** A reflection study was carried out based on a literature review that aimed to describe a framework in the development and creation of functional circuits of movement by physical ability. A review of scientific evidence was conducted in databases such as Pubmed, EBSCO, Medline, Scopus, Google academic and with DeCS terms: High Performance Sport, Functional Training, Physical Therapy, Physical abilities, Movement screening, Circuit Training, strength, Change of direction, Sprint, neuromuscular training **Results** with the consulted evidence, a reflection was made and an intervention model based on skills such as quality of movement, strength, power, speed, change of direction, neuromuscular control, proprioception and core implemented using functional training methodologies. **Conclusion** A reflection is presented on functional work methodologies in athletes based on specific sports performance skills that are incorporated into a performance model based on specific scientific evidence that can be applied through functional movement circuits



■ KEY WORDS

high performance sport, functional training, physical therapy, physical abilities, movement screening, circuit training, strength, change of direction, sprint, neuromuscular training

■ INTRODUCCIÓN

La fisioterapia, se ha entendido como la combinación del ejercicio manual y los medios físicos para la recuperación de lesiones osteomusculares y neuromusculares(1, 2). Sin embargo, en los últimos años se ha podido caracterizar la fisioterapia como la combinación de factores anatómicos, fisiológicos y ambientales relacionados con el movimiento corporal humano(1, 3, 4). A nivel deportivo, la fisioterapia se ha posicionado en componentes tales como prevención de lesiones, atención en campo, rehabilitación, recuperación funcional, promoción de la salud y educación(5, 6). Adicionalmente, el fisioterapeuta deportivo participa de manera activa en grupos de trabajo interdisciplinar en el alto rendimiento deportivo en la toma de decisiones relacionadas con la recuperación de jugadores lesionados y es un miembro activo con distintos tipos de responsabilidades en un equipo deportivo(7-9).

Por muchos años, se ha discutido sobre los factores que hacen que un deportista pueda desarrollar sus habilidades físicas en su máxima expresión modulando la cantidad de carga impuesta y su adaptación a diferentes situaciones que impliquen cargas de trabajo y capacidades físicas específicas como fuerza, resistencia aeróbica, velocidad y aceleración dentro de un modelo de trabajo específico que desarrolle atletas más fuertes y con un alto nivel físico de aceptación a la carga de trabajo y competencia(10-12). Adicionalmente, el desarrollo y entrenamiento de las habilidades físicas es un factor importante en la evolución de deportistas de alto rendimiento(11, 13). La evolución de cada habilidad física debe estar relacionada con pirámides de rendimiento específicas donde cada bloque constituye un pilar y un paso en el desarrollo del máximo potencial físico en los deportistas basados en movimientos funcionales, rendimiento funcional y habilidades funcionales como bloques principales en el desarrollo de habilidades físicas(14-17).

En el deporte de alto rendimiento, las habilidades físicas juegan un papel fundamental en el desarrollo de atletas de nivel élite, dichas habilidades pueden ser adaptadas a ciclos de carga específicos con el fin de desarrollar periodos de adaptación y optimización de estas cualidades(18-20). Entre las habilidades más importantes se encuentra la fuerza muscular como pilar fundamental debido a que combina factores a nivel morfofisiológico como la arquitectura muscular, reclutamiento de



unidades motoras, inhibición neuromuscular implicadas en el rendimiento del deportista profesional(21-23). En segunda instancia, se encuentran habilidades como la agilidad y la velocidad donde la primera se relaciona con la capacidad de realizar aceleraciones y desaceleraciones en un periodo de tiempo específico y sometido a estímulos específicos(24), la segunda se relaciona con la capacidad de realizar una acción motora en una mínima unidad de tiempo(25-28). Otra habilidad es el cambio de dirección la cual se relaciona con componentes como la agilidad, velocidad, fuerza y cualidades neuromusculares la cual es de vital importancia en deportes de equipo(29-31).

En la actualidad, los conceptos de movimiento, evaluación funcional, rehabilitación y entrenamiento funcionales han sido los más utilizados en el área deportiva, se realizan adaptaciones específicas de enfoques integrales del movimiento corporal humano basado en factores neuromusculares, sinergias musculares y aprendizaje motor(32, 33). El termino funcional en el ámbito de la rehabilitación se traduce en el análisis, comprensión y evaluación de aspectos fundamentales del movimiento corporal humano(17, 32). En deporte, los gestos específicos son similares a movimientos funcionales cotidianos que deben ser potencializados mediante el trabajo de cualidades físicas como flexibilidad, fuerza, resistencia y potencia(32, 34). Sin embargo, los deportistas realizan actividades y gestos específicos sin ser eficientes en gestos fundamentales del movimiento corporal humano entrenando bajo un concepto de disfunción de una habilidad específica(17, 32). El cuerpo humano es un sistema de cadenas que simulan una cadena de eslabones donde a nivel deportivo se debe realizar una individualización analizando los eslabones débiles y mejorar desde la debilidad para potencializar desde el movimiento funcional con el fin de mejorar los patrones de movimiento, aumentar el rendimiento, disminuir lesiones y trabajar desde patrones funcionales de movimiento enfocados en el deporte específico y gestos específicos(32, 35, 36).

En el alto rendimiento deportivo, el entrenamiento de cada habilidad física es un pilar fundamental en la consecución de objetivos específicos(36, 37). Para ello, se utilizan distintos tipos de metodologías donde se ha empezado a utilizar el entrenamiento funcional mediante circuitos funcionales para trabajar en patrones específicos de movimiento con la estimulación de bases neuromusculares específicas, Control motor y sinergias musculares donde el trabajo y desarrollo de circuitos específicos puede mejorar la calidad de movimiento, fuerza durante la ejecución del movimiento, eficiencia en el movimiento, velocidad en el movimiento, perturbaciones durante un movimiento hasta llegar a desarrollar patrones de movimiento en gestos específicos del deporte de alto rendimiento(16, 32, 34, 38). Adicionalmente, se debe tener en cuenta que se deben utilizar



modelos específicos de entrenamiento estructurados enfocados en los objetivos a corto, mediano y largo plazo donde se incluyan principios de especificidad, optimización, variabilidad e individualización(39, 40). El objetivo de este estudio fue realizar una reflexión y describir un marco en el desarrollo y creación de circuitos funcionales de movimiento por habilidad física basado en una revisión de la literatura.

■ MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio de reflexión con base en una revisión de la literatura donde se determinaron los siguientes criterios de inclusión y exclusión:

- **Inclusión:** Literatura contemplada del año 2005-2020, Literatura que contemplara los siguientes términos DeCS: High Performance Sport, Functional Training, Physical Therapy, Physical abilities, Movement screening, Circuit Training, strength, Change of direction, Sprint, neuromuscular training utilizando combinaciones de búsqueda entre los términos DeCS, Idioma de la evidencia en inglés, portugués y español,
- **Exclusión:** Estudios que no contemplaran el año de publicación establecido, que no estuvieran de disponibilidad completa para lectura del autor.
- Se realizó la búsqueda en bases de datos como Pubmed, EBSCO, Medline, Scopus, Google académico.

■ RESULTADOS

Basados en la revisión de literatura realizada, se pudo determinar que existen metodologías funcionales de entrenamiento específicas por habilidad, en el presente estudio se estableció la evidencia de la aplicación de dichas metodologías funcionales y posteriormente un modelo aplicado de trabajo basado en estas metodologías mediado por el trabajo en circuitos funcionales basado en la respectiva evidencia científica.

■ Calidad de movimiento

Se ha podido ver la importancia de realizar gestos motores basados en elementos como el rango de movimiento, eficiencia y eficacia durante un movimiento específico donde a través de la automatización de patrones motores adecuados se puede mejorar el rendimiento en gestos deportivos específicos(17, 32). Cuando se habla de evaluaciones en alto rendimiento deportivo se entiende por pruebas específicas de resistencia, fuerza, potencia, agilidad(28, 41). Sin embargo, se debe



tener en cuenta que un deportista posee características diferentes que condicionan la capacidad de movimiento funcional, así que se deben detectar anomalías en patrones de movimiento los cuales puedan ser trabajados y corregidos(17, 32). Se ha desarrollado una escala denominada la FMS (Functional Movement Screen)(32) para la evaluación de patrones de movimiento específicos llevando a la individualización del movimiento en deportistas(17, 32). La escala se compone de siete patrones de movimiento específicos que evalúan la capacidad de realizar movimientos fundamentales y detectar debilidades en la movilidad, balance, equilibrio, transferencias de fuerza y estabilizadores a nivel de movimiento, los patrones de movimiento son the Deep squat, hurdle Step, in line Lunge, Shoulder Mobility, the straight leg raise, the trunk Stability Push Up, rotary stability(17, 32).

■ Fuerza

Este es el pilar fundamental del desarrollo de habilidades compuestas(21, 22), para el entrenamiento funcional de esta habilidad se ha podido evidenciar la importancia del entrenamiento de fuerza excéntrica en equipos de alto rendimiento por su relación en el aumento de la fuerza muscular, reducción de lesiones musculares y aumento del rendimiento físico en variables como el cambio de dirección, salto y velocidad(22, 42-44). Se ha podido observar en la evidencia un modelo funcional de entrenamiento de fuerza basado en ejercicios de sobrecarga excéntrica en conjunto con dispositivos isoinerciales como: Diagonal trunk rotations (reverse wood chops), backward lunges, unilateral hamstrings kicks, lateral squats, unilateral squat, rotational side-bridge(31) que contienen elementos del gesto motor como movimientos multidireccionales, eficiencia y eficacia, inestabilidad dinámica, variabilidad y eventos inesperados elementos involucrados en el mundo real de la práctica deportiva llevando a ser un modelo funcional enfatizado en el movimiento en combinación con la fuerza muscular(31, 45). Existen otros modelos funcionales de entrenamiento de fuerza como el propuesto por Chena en el año 2018 donde propone que el entrenamiento de fuerza debe ser de forma funcional enfocado en elementos como la producción de fuerza y potencia, fuerza excéntrica, control postural y patrones específicos de movimiento combinando ejercicios con progresiones, regresiones y correcciones anti rotacionales de movimiento(36).

■ Potencia

Es la habilidad que puede ser fundamental en el desarrollo del alto rendimiento deportivo y ser un coadyuvante en otras habilidades como



saltar y cambio de dirección(46, 47). Se debe conocer bases de esta cualidad física para poder realizar una creación de entrenamientos de manera adecuada entendiendo que se relaciona con factores como trabajo, tiempo, fuerza, distancia y velocidad(46). Por tal motivo se puede establecer que para el desarrollo de esta habilidad se debe realizar entrenamientos con baja carga a altas velocidades, carga moderada y velocidad moderada, carga alta y velocidad moderada a baja, entrenamiento de resistencia balística o explosiva, entrenamientos complejos combinando ejercicios de fuerza más bases neuromusculares más ejercicios pliométricos y entrenamientos mixtos (46, 48, 49).

■ Velocidad (Sprint), cambio de dirección

La velocidad es reconocida como el patrón de locomoción más rápido del ser humano donde en la fase de aceleración involucra los extensores de tobillo, rodilla y cadera y en la velocidad máxima son los extensores de cadera y tobillo (50-52). Para el entrenamiento de esta habilidad se conoce el RST(Resisted Sled Training) donde tiene una efectividad en la aceleración temprana (≤ 10 m) (50, 53, 54) y un efecto en la fase de máxima velocidad haciendo variación en las cargas, volumen, frecuencia e intensidad del trabajo(50).Adicionalmente se conoce el sprint interval training(55, 56) y repeated sprint training(57, 58). El cambio de dirección es una habilidad de vital importancia en el desempeño en deportes de alto rendimiento donde esta puede ser mejorada mediante el entrenamiento de la modificación de la técnica(59). Adicionalmente, el cambio de dirección puede ser mejorado mediante el correcto trabajo de las demás habilidades como calidad de movimiento y fuerza trabajada con diferentes metodologías como fuerza excéntrica y con dispositivos isoinerciales(29, 31, 60, 61)

■ Control neuromuscular y Propiocepción

Elemento fundamental para el rendimiento y la prevención de lesiones donde se puede realizar un trabajo específico en el control motor y el control postural relacionado con el centro de masa y centro de gravedad en actividades funcionales específicas del deporte implementando un entrenamiento complejo(62-64). Dentro de algunos metodos utilizados en el entrenamiento de esta habilidades se encuentran el balance y equilibrio en combinación con ejercicios neuromusculares y ejercicios sensorio motores combinando elementos como bases inestables más ejercicios de perturbación y control postural haciendo énfasis en el balance estático y dinámico dando



como resultado un entrenamiento de tipo neuromuscular(62, 65-69). Adicionalmente, se realizan ejercicios combinando elementos del deporte que incluían ejercicios de desestabilización postural a nivel anterior, posterior y lateral en combinación con estímulos sensoriales específicos como ojos abiertos y cerrados estimulando los sistemas sensoriales mediante elementos como superficies inestables específicas y elementos externos(62, 63, 70-72). Adicionalmente se hace énfasis en ejercicios con gestos específicos en combinación con estabilidad dinámica estática, dinámica enfatizando en el control neuromuscular en acciones de movimiento específicas(62, 73, 74).

■ Core

Esta es una habilidad combinada involucrada en el desarrollo de rendimiento y prevención de lesiones, este se compone de diferentes grupos musculares dada a nivel anatómico y por sinergias biomecánicas. (75, 76). Adicionalmente, se caracteriza por ser un subsistema musculoesquelético pasivo que incluye articulaciones, ligamentos espinales, músculos, tendones que genera estabilidad(77, 78). Esta habilidad puede ser entrenada para realizar ejercicio terapéutico, prevención de lesiones y aumento del rendimiento deportivo haciendo énfasis en la progresión de ejercicios basados en control motor a nivel estático y dinámico específico de este tipo de musculatura(75, 79-81). En el deporte de alto rendimiento, permite estabilizar el tronco y pelvis mediante la corrección de la técnica de ejecución, funciona como un transmisor de fuerza entre los miembros superiores e inferiores y desarrollar un mejor movimiento funcional mediante la aplicación de estímulos mediante rotaciones en posición supina, prona, lateral, isometría, trabajos con peso y con elementos adicionales que generan adaptaciones en los deportistas y mejoran el rendimiento físico y habilidades específicas(16, 75, 78, 82-86).

Con la presente revisión se pudo establecer un modelo de trabajo funcional en deportistas de alto rendimiento basado en una realidad constante que se basa en desarrollar habilidades a partir del movimiento y rendimiento de las mismas combinando elementos como la eficiencia, funcionalidad, calidad, perfil de activación, inestabilidad, eventos inesperados, multidireccional, toma de decisiones, variabilidad relacionado con factores de entrenamiento como carga, volumen e intensidad de habilidades como la calidad de movimiento, fuerza, potencia, core, velocidad y cambio de dirección y control neuromuscular y propiocepción, este modelo nace a partir de la reflexión realizada basada en la revisión de literatura, se puede evidenciar en la figura 1 modelo funcional de entrenamiento por habilidad.



Figura 1. Modelo Funcional de entrenamiento por habilidad.

■ DISCUSIÓN

Los profesionales de diferentes áreas involucradas en el rendimiento deportivo desarrollan metodologías de entrenamiento específicas. En la actualidad, el deporte de alto rendimiento exige que los entrenamientos se basen en componentes multifactoriales y no unifactoriales siguiendo modelos de riesgo de lesión como guía para el desarrollo de modelos de entrenamiento específicos basados en la combinación de habilidades que tengan un efecto significativo en el rendimiento de deportistas profesionales y así poder establecer modelos de entrenamiento funcional basados en guías de práctica estandarizadas alrededor del mundo(23, 87-90). El entrenamiento de estas habilidades se debe generar mediante metodologías específica, pero desarrolladas mediante circuitos funcionales de movimiento donde una planificación se base en desarrollar circuitos por habilidad que trabajen de forma global el movimiento corporal humano y lograr maximizar el rendimiento físico de los deportistas. Este concepto de circuitos funcionales debe desarrollarse por todos los profesionales en área deportiva como fisioterapeutas, preparadores físicos y entrenadores que comprendan la importancia del trabajo con esta modalidad de entrenamiento específico.

El deportista profesional debe estar sometido a distintos tipos de estímulos que puedan generar adaptaciones específicas dependiendo del énfasis de trabajo que puede ser mediante ejercicios de sprint, ejercicios



excéntricos, ejercicios concéntrico, ejercicios de tipo horizontal y vertical, ejercicios isométricos, coordinación, movimientos específicos basados en habilidades como velocidad y agilidad, flexibilidad dinámica, core, ejercicios multiarticulares sometidos a estímulos como movimientos multidireccionales, variabilidad, inestabilidad dinámica estimulando acciones reales de juego que puedan estimular escenarios reales para los deportistas(22, 31, 90). Así es como la aplicación de circuitos funcionales basados en metodologías específicas de entrenamiento logran simular situaciones reales de juego en los deportistas, generar adaptaciones a estímulos específicos y aumentar el rendimiento deportivo.

El presente estudio se presenta una reflexión sobre la utilización de metodologías de entrenamiento mediante circuitos funcionales por habilidad específica en el aumento de rendimiento de deportistas profesionales donde se presenta una propuesta basada en una revisión de evidencia que justifica el trabajo por habilidad que llevara al aumento del rendimiento deportivo y prevención de lesiones donde el trabajo en conjunto de todas las habilidades llevara a los deportistas a maximizar su rendimiento. Para el desarrollo de los circuitos funcionales de entrenamiento se debe hacer énfasis en la autonomía y creatividad a la hora de la creación de los mismos, pero siempre respetando los principios de prescripción de ejercicio físico llevando al deportista a diferentes estímulos en ciclos de tiempo específicos. Como profesionales en el área de la salud se deben adaptar los circuitos funcionales en combinación con habilidades funcionales como método de trabajo en deportistas de alto rendimiento el cual debe ser el pilar para la ejecución de actividades como rehabilitación, entrenamiento y prevención de lesiones.

■ LIMITACIONES Y CAMINOS FUTUROS

Los profesionales en alto rendimiento deportivo deben trabajar en crear conocimiento para las generaciones futuras donde construyan metodologías de entrenamiento basadas en evidencia científica con el fin de consolidar a los profesionales en ciencias del deporte como preparadores físicos, fisioterapeutas, entrenadores deportivos que trabajan en la potencialización del rendimiento deportivo, recuperaciones de lesiones, prevención de lesiones mediante un enfoque de construcción a partir de la evidencia científica y el trabajo en el mundo real del deporte de alto rendimiento.

■ CONCLUSIONES

Se presenta una reflexión sobre el trabajo mediante circuitos funcionales basados en habilidades específicas del rendimiento



deportivo que se incorporan en un modelo de rendimiento basado en evidencia científica específica sobre habilidades deportivas implicadas en el rendimiento del deportista profesional.

■ REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. La Touche R. Prescripción de ejercicio terapéutico en Fisioterapia. Las bases elementales de la identidad profesional. *Journal of MOVE and Therapeutic Science*. 2020;2(1).
2. Hansson N, Ottosson A. Nobel prize for physical therapy? Rise, fall, and revival of medico-mechanical institutes. *Physical Therapy*. 2015;95(8):1184-94.
3. Sahrmann SA. The human movement system: our professional identity. *Physical therapy*. 2014;94(7):1034-42.
4. Lesmes JD. Evaluación clínico-funcional del movimiento corporal humano: Ed. Médica Panamericana; 2007.
5. Urrialde JM. Fisioterapia deportiva en España y Europa. Revisión de un proceso histórico: 1988-2004. *Revista Iberoamericana de Fisioterapia y Kinesiología*. 2005;8(2):95-101.
6. Mantilla JIA. Fisioterapia y su rol en el alto rendimiento: una revisión sistemática de la literatura. *Revista Iberoamericana de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*. 2018;7(1):1-12.
7. van der Horst N, Backx F, Goedhart EA, Huisstede BM. Return to play after hamstring injuries in football (soccer): a worldwide Delphi procedure regarding definition, medical criteria and decision-making. *Br J Sports Med*. 2017;51(22):1583-91.
8. Ardern CL, Glasgow P, Schneiders A, Witvrouw E, Clarsen B, Cools A, et al. 2016 Consensus statement on return to sport from the First World Congress in Sports Physical Therapy, Bern. *Br J Sports Med*. 2016;50(14):853-64.
9. Ekstrand J, Lundqvist D, Davison M, D'Hooghe M, Pensgaard AM. Communication quality between the medical team and the head coach/manager is associated with injury burden and player availability in elite football clubs. *Br J Sports Med*. 2019;53(5):304-8.
10. Gabbett TJ, Nielsen RO, Bertelsen ML, Bittencourt NFN, Fonseca ST, Malone S, et al. In pursuit of the 'Unbreakable' Athlete: what is the role of moderating factors and circular causation? *Br J Sports Med*. 53. England2019. p. 394-5.
11. Gabbett TJ. The training-injury prevention paradox: should athletes be training smarter and harder? *Br J Sports Med*. 2016;50(5):273-80.
12. Malone S, Roe M, Doran DA, Gabbett TJ, Collins KD. Protection Against Spikes in Workload With Aerobic Fitness and Playing Experience: The Role of the Acute:Chronic Workload Ratio on Injury Risk in Elite Gaelic Football. *Int J Sports Physiol Perform*. 2017;12(3):393-401.
13. Windt J, Gabbett TJ. How do training and competition workloads relate to injury? The workload-injury aetiology model. *Br J Sports Med*. 2017;51(5):428-35.



14. Coles PA. An injury prevention pyramid for elite sports teams. *Br J Sports Med.* 2018;52(15):1008-10.
15. Boyle M. *Functional training for sports: Human Kinetics Publishers; 2004.*
16. Boyle M. *New functional training for sports: Human Kinetics; 2016.*
17. Cook G, Burton L, Hoogenboom BJ, Voight M. Functional movement screening: the use of fundamental movements as an assessment of function-part 2. *Int J Sports Phys Ther.* 2014;9(4):549-63.
18. Malone S, Owen A, Newton M, Mendes B, Collins KD, Gabbett TJ. The acute:chronic workload ratio in relation to injury risk in professional soccer. *J Sci Med Sport.* 2017;20(6):561-5.
19. Blanch P, Gabbett TJ. Has the athlete trained enough to return to play safely? The acute:chronic workload ratio permits clinicians to quantify a player's risk of subsequent injury. *Br J Sports Med.* 2016;50(8):471-5.
20. Nassis GP, Gabbett TJ. Is workload associated with injuries and performance in elite football? A call for action. *BMJ Publishing Group Ltd and British Association of Sport and Exercise Medicine; 2017.*
21. Suchomel TJ, Nimphius S, Bellon CR, Stone MH. The Importance of Muscular Strength: Training Considerations. *Sports Med.* 2018;48(4):765-85.
22. Lauersen JB, Bertelsen DM, Andersen LB. The effectiveness of exercise interventions to prevent sports injuries: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *Br J Sports Med.* 2014;48(11):871-7.
23. Bourne MN, Timmins RG, Opar DA, Pizzari T, Ruddy JD, Sims C, et al. An Evidence-Based Framework for Strengthening Exercises to Prevent Hamstring Injury. *Sports Med.* 2018;48(2):251-67.
24. Pérez-Gómez J, Martín-Martínez JP, Vivas JC, Alcaraz PE. Entrenamiento de agilidad en futbolistas: una revisión sistemática.(Agility training in football players: a systematic review). *Cultura, Ciencia y Deporte.* 2017;12(35):127-34.
25. Alcaraz PE, Elvira JL, Palao JM. Características y efectos de los métodos resistidos en el sprint.(Characteristics and effects of resisted sprint training methods). *Cultura, Ciencia y Deporte.* 2009;4(12):179-87.
26. Alcaraz PE, Palao JM, Elvira JL, Linthorne NP. Effects of three types of resisted sprint training devices on the kinematics of sprinting at maximum velocity. *The Journal of Strength & Conditioning Research.* 2008;22(3):890-7.
27. Buchheit M. Should we be recommending repeated sprints to improve repeated-sprint performance? *Sports Medicine.* 2012;42(2):169.
28. Hoff J. Training and testing physical capacities for elite soccer players. *J Sports Sci.* 2005;23(6):573-82.
29. Nunez FJ, Santalla A, Carrasquilla I, Asian JA, Reina JI, Suarez-Arrones LJ. The effects of unilateral and bilateral eccentric overload training on hypertrophy, muscle power and COD performance, and its determinants, in team sport players. *PLoS One.* 2018;13(3):e0193841.



30. Suarez-Arrones L, Gonzalo-Skok O, Carrasquilla I, Asián-Clemente J, Santalla A, Lara-Lopez P, et al. Relationships between change of direction, sprint, jump, and squat power performance. *Sports*. 2020;8(3):38.
31. Tous-Fajardo J, Gonzalo-Skok O, Arjol-Serrano JL, Tesch P. Enhancing Change-of-Direction Speed in Soccer Players by Functional Inertial Eccentric Overload and Vibration Training. *Int J Sports Physiol Perform*. 2016;11(1):66-73.
32. Cook G, Burton L, Hoogenboom BJ, Voight M. Functional movement screening: the use of fundamental movements as an assessment of function - part 1. *Int J Sports Phys Ther*. 2014;9(3):396-409.
33. Gulgin H, Hoogenboom B. The functional movement screening (FMS)[™]: An inter-rater reliability study between raters of varied experience. *International journal of sports physical therapy*. 2014;9(1):14.
34. Cook G. *Movement: Functional movement systems: Screening, assessment, corrective strategies*: On Target Publications; 2010.
35. Meeuwisse W, Fowler P. Frequency and predictability of sports injuries in inter-collegiate athletes. *Canadian journal of sport sciences*. 1988;13(1):35-42.
36. CHENA M. MODELO FUNCIONAL ESTRUCTURADO PARA EL ENTRENAMIENTO DE FUERZA EN EL JUGADOR DE FÚTBOL. *Revista de Preparación física en fútbol*. 2018;27:13-24.
37. Mantilla JIA, Santa JM. Circuitos funcionales en rehabilitación. *Movimiento Científico*. 2015;9(2):61-9.
38. Boyle M. *El entrenamiento funcional aplicado a los deportes*: Ediciones Tutor, SA; 2017.
39. Tarragó J, Seirul-lo F, Cos F. Training in team sports: structured training in the FCB. *Apunts Educació Física i Esports*. 2019(137):103-14.
40. Gómez A, Roqueta E, Tarragó JR, Cos F. Training in Team Sports: Coadjuvant Training in the FCB. *Apunts: Educació Física i Esports*. 2019(138).
41. Mantilla JIA. Aptitud física y valoración funcional en futbolistas: revisión de la literatura. *VIREF Revista de Educación Física*. 2019;8(4):78-90.
42. McCall A, Carling C, Nedelec M, Davison M, Le Gall F, Berthoin S, et al. Risk factors, testing and preventative strategies for non-contact injuries in professional football: current perceptions and practices of 44 teams from various premier leagues. *Br J Sports Med*. 2014;48(18):1352-7.
43. Suarez-Arrones L, de Villarreal ES, Núñez FJ, Di Salvo V, Petri C, Buccolini A, et al. In-season eccentric-overload training in elite soccer players: Effects on body composition, strength and sprint performance. *PLoS one*. 2018;13(10):e0205332.
44. de Hoyo M, Pozzo M, Sañudo B, Carrasco L, Gonzalo-Skok O, Domínguez-Cobo S, et al. Effects of a 10-week in-season eccentric-overload training program on muscle-injury prevention and performance in junior elite soccer players. *International journal of sports physiology and performance*. 2015;10(1):46-52.



45. Gonzalo-Skok O, Tous-Fajardo J, Valero-Campo C, Berzosa C, Bataller AV, Arjol-Serrano JL, et al. Eccentric-Overload Training in Team-Sport Functional Performance: Constant Bilateral Vertical Versus Variable Unilateral Multidirectional Movements. *Int J Sports Physiol Perform*. 2017;12(7):951-8.
46. Haff GG, Nimphius S. Training principles for power. *Strength & Conditioning Journal*. 2012;34(6):2-12.
47. Negra Y, Chaabene H, Hammami M, Hachana Y, Granacher U. Effects of high-velocity resistance training on athletic performance in prepuberal male soccer athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2016;30(12):3290-7.
48. Freitas TT, Martinez-Rodriguez A, Calleja-González J, Alcaraz PE. Short-term adaptations following Complex Training in team-sports: A meta-analysis. *PLoS One*. 2017;12(6):e0180223.
49. Freitas TT, Calleja-González J, Carlos-Vivas J, Marín-Cascales E, Alcaraz PE. Short-term optimal load training vs a modified complex training in semi-professional basketball players. *Journal of sports sciences*. 2019;37(4):434-42.
50. Alcaraz PE, Carlos-Vivas J, Oponjuru BO, Martinez-Rodriguez A. The effectiveness of resisted sled training (RST) for sprint performance: a systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*. 2018;48(9):2143-65.
51. Kawamori N, Newton R, Nosaka K. Effects of weighted sled towing on ground reaction force during the acceleration phase of sprint running. *Journal of sports sciences*. 2014;32(12):1139-45.
52. Cross MR, Brughelli M, Samozino P, Brown SR, Morin J-B. Optimal loading for maximizing power during sled-resisted sprinting. *International journal of sports physiology and performance*. 2017;12(8):1069-77.
53. Alcaraz PE, Palao JM, Elvira JL. Determining the optimal load for resisted sprint training with sled towing. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2009;23(2):480-5.
54. Monte A, Nardello F, Zamparo P. Sled towing: the optimal overload for peak power production. *International journal of sports physiology and performance*. 2017;12(8):1052-8.
55. Koral J, Oranchuk DJ, Herrera R, Millet GY. Six sessions of sprint interval training improves running performance in trained athletes. *Journal of strength and conditioning research*. 2018;32(3):617.
56. Sökmen B, Witchev RL, Adams GM, Beam WC. Effects of sprint interval training with active recovery vs. endurance training on aerobic and anaerobic power, muscular strength, and sprint ability. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2018;32(3):624-31.
57. Iaia FM, Fiorenza M, Larghi L, Alberti G, Millet GP, Girard O. Short-or long-rest intervals during repeated-sprint training in soccer? *PloS one*. 2017;12(2):e0171462.
58. Rey E, Padrón-Cabo A, Fernández-Penedo D. Effects of sprint training with and without weighted vest on speed and repeated sprint ability in male soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2017;31(10):2659-66.



59. Dos'Santos T, McBurnie A, Comfort P, Jones PA. The Effects of Six-Weeks Change of Direction Speed and Technique Modification Training on Cutting Performance and Movement Quality in Male Youth Soccer Players. *Sports*. 2019;7(9):205.
60. Gonzalo-Skok O, Tous-Fajardo J, Suarez-Arrones L, Arjol-Serrano JL, Casajús JA, Mendez-Villanueva A. Single-leg power output and between-limbs imbalances in team-sport players: Unilateral versus bilateral combined resistance training. *International journal of sports physiology and performance*. 2017;12(1):106-14.
61. de Hoyo M, Sañudo B, Carrasco L, Mateo-Cortes J, Domínguez-Cobo S, Fernandes O, et al. Effects of 10-week eccentric overload training on kinetic parameters during change of direction in football players. *Journal of sports sciences*. 2016;34(14):1380-7.
62. Brachman A, Kamieniarz A, Michalska J, Pawłowski M, Słomka KJ, Juras G. Balance training programs in athletes—a systematic review. *Journal of human kinetics*. 2017;58(1):45-64.
63. Paillard T. Plasticity of the postural function to sport and/or motor experience. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. 2017;72:129-52.
64. Boraczynski MT, Sozanski HA, Boraczynski TW. Effects of a 12-Month Complex Proprioceptive-Coordination Training Program on Soccer Performance in Prepubertal Boys Aged 10–11 Years. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2019;33(5):1380-93.
65. Heleno LR, da Silva RA, Shigaki L, Araújo CGA, Candido CRC, Okazaki VHA, et al. Five-week sensory motor training program improves functional performance and postural control in young male soccer players—A blind randomized clinical trial. *Physical Therapy in Sport*. 2016;22:74-80.
66. Zech A, Hübscher M, Vogt L, Banzer W, Hänsel F, Pfeifer K. Balance training for neuromuscular control and performance enhancement: a systematic review. *Journal of athletic training*. 2010;45(4):392-403.
67. Ondra L, Nátěsta P, Bizovská L, Kuboňová E, Svoboda Z. Effect of in-season neuromuscular and proprioceptive training on postural stability in male youth basketball players. *Acta Gymnica*. 2017;47(3):144-9.
68. Caldemeyer LE, Brown SM, Mulcahey MK. Neuromuscular training for the prevention of ankle sprains in female athletes: a systematic review. *The Physician and Sportsmedicine*. 2020:1-7.
69. Vriend I, Gouttebauge V, Van Mechelen W, Verhagen E. Neuromuscular training is effective to prevent ankle sprains in a sporting population: a meta-analysis translating evidence into optimal prevention strategies. *Journal of ISAKOS: Joint Disorders & Orthopaedic Sports Medicine*. 2016;1(4):202-13.
70. O'Malley E, Murphy JC, McCarthy Persson U, Gissane C, Blake C. The effects of the GAA 15 training program on neuromuscular outcomes in Gaelic football and hurling players; a randomized cluster trial. *Journal of Strength & Conditioning Research*. 2017;31(8).
71. Steib S, Zahn P, zu Eulenburg C, Pfeifer K, Zech A. Time-dependent postur-



al control adaptations following a neuromuscular warm-up in female handball players: a randomized controlled trial. *BMC sports science, medicine and rehabilitation*. 2016;8(1):1-7.

72. Nagy E, Posa G, Finta R, Szilagyi L, Sziver E. Perceptual aspects of postural control: does pure proprioceptive training exist? *Perceptual and motor skills*. 2018;125(3):581-95.

73. Asadi A, Saez de Villarreal E, Arazi H. The Effects of Plyometric Type Neuromuscular Training on Postural Control Performance of Male Team Basketball Players. *J Strength Cond Res*. 2015;29(7):1870-5.

74. Manolopoulos K, Gissis I, Galazoulas C, Manolopoulos E, Patikas D, Gollhofer A, et al. Effect of Combined Sensorimotor-Resistance Training on Strength, Balance, and Jumping Performance of Soccer Players. *J Strength Cond Res*. 2016;30(1):53-9.

75. McGill S. Core training: Evidence translating to better performance and injury prevention. *Strength & Conditioning Journal*. 2010;32(3):33-46.

76. Dello Iacono A, Padulo J, Ayalon M. Core stability training on lower limb balance strength. *J Sports Sci*. 2015:1-8.

77. Panjabi MM. The stabilizing system of the spine. Part I. Function, dysfunction, adaptation, and enhancement. *Journal of spinal disorders*. 1992;5:383-.

78. Cissik JM. The role of core training in athletic performance, injury prevention, and injury treatment. *Strength & Conditioning Journal*. 2011;33(1):10-5.

79. Prieske O, Muehlbauer T, Borde R, Gube M, Bruhn S, Behm DG, et al. Neuro-muscular and athletic performance following core strength training in elite youth soccer: Role of instability. *Scand J Med Sci Sports*. 2016;26(1):48-56.

80. Sever O, Zorba E. Comparison of effect of static and dynamic core exercises on speed and agility performance in soccer players. *Isokinetics and Exercise Science*. 2018;26(1):29-36.

81. Imai A, Kaneoka K, Okubo Y, Shiraki H. Effects of two types of trunk exercises on balance and athletic performance in youth soccer players. *Int J Sports Phys Ther*. 2014;9(1):47-57.

82. Haugen T, Haugvad L, Røstad V, Lockie R, Sæterbakken A. Effects of Core-Stability Training on Performance and Injuries in Competitive Athletes. *Sportscience*. 2016;20.

83. Reed CA, Ford KR, Myer GD, Hewett TE. The effects of isolated and integrated 'core stability' training on athletic performance measures: a systematic review. *Sports Med*. 2012;42(8):697-706.

84. Taskin C. Effect of Core Training Program on Physical Functional Performance in Female Soccer Players. *International Education Studies*. 2016;9(5):115-23.

85. Gibson N, Williams M, Maitland C, McCunn R. A framework for progressing and regressing core training within athletic and general populations. *Strength & Conditioning Journal*. 2017;39(5):45-50.



86. Lago-Fuentes C, Rey E, Padrón-Cabo A, de Rellán-Guerra AS, Fragueiro-Rodríguez A, García-Núñez J. Effects of core strength training using stable and unstable surfaces on physical fitness and functional performance in professional female futsal players. *Journal of Human Kinetics*. 2018;65(1):213-24.
87. Mendiguchia J, Martínez-Ruiz E, Edouard P, Morin JB, Martínez-Martínez F, Idoate F, et al. A Multifactorial, Criteria-based Progressive Algorithm for Hamstring Injury Treatment. *Med Sci Sports Exerc*. 2017;49(7):1482-92.
88. Mendiguchia J, Alentorn-Geli E, Brughelli M. Hamstring strain injuries: are we heading in the right direction? *British Journal of Sports Medicine*. 2012;46(2):81.
89. Fanchini M, Steendahl IB, Impellizzeri FM, Pruna R, Dupont G, Coutts AJ, et al. Exercise-Based Strategies to Prevent Muscle Injury in Elite Footballers: A Systematic Review and Best Evidence Synthesis. *Sports Medicine*. 2020:1-14.
90. McCall A, Pruna R, Van der Horst N, Dupont G, Buchheit M, Coutts A, et al. Exercise-Based Strategies to Prevent Muscle Injury in Male Elite Footballers: An Expert-Led Delphi Survey of 21 Practitioners Belonging to 18 Teams from the Big-5 European Leagues. *Sports Medicine*. 2020:1-15.